

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-301540

(43)Date of publication of application : 02.11.1999

(51)Int.Cl.

B62D 65/00

B23P 21/00

B23Q 41/08

G05B 15/02

G06F 17/60

(21)Application number : 10-112703

(71)Applicant : HYUNDAI MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 08.04.1998

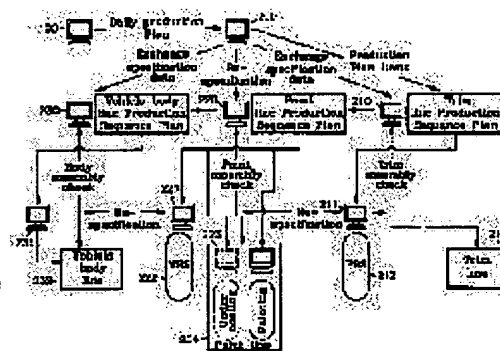
(72)Inventor : NAN TOKICHI

## (54) VEHICLE ASSEMBLY LINE CONTROL METHOD AND CONTROL SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase productivity by leveling the work load among all production lines with the use of pull-type control method, where a production plan for vehicle body is established after establishment of the production plan for painting process based on that for the trimming process that was initially established.

**SOLUTION:** A trim line control slave system 210 establishes a trim line production sequence plan for each vehicle model and optional part based on a detailed production plan of a production management control slave system 200. A trim line control slave system 220 establishes a paint line production sequence plan for each vehicle model and hue to be adapted to trim line production sequence plan. A vehicle body line control slave system 230 establishes production sequence plans for the vehicle body line and the press line based on the paint line production sequence plan. If a production inhibiting factor occurs during the progress of the process in previous lines, each line exchanges the information on this with the previous lines and re-establishes the production sequence plan.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.11.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-01729

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 14.02.2000

## \*NOTICES\*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] A trim line which adheres option parts for vehicles to vehicles which passed through a paint color process in paint Rhine and; aforementioned paint Rhine which paint vehicles with which the body was formed while passing through body Rhine and; aforementioned body Rhine which manufacture the body of vehicles; It is located between said body Rhine and paint Rhine. The 1st middle warehouse which carries out temporary storage of the vehicles which pass body Rhine and are thrown into paint Rhine; It is located between said paint Rhine and trim lines. A trim line production-planning establishment production process of deciding sequence that the (a) vehicles are thrown into a trim line, in the 2nd middle warehouse which carries out temporary storage of the vehicles which pass paint Rhine and are thrown into a trim line, and automobile assembly Rhine possessing;;

(b) A paint Rhine production-planning establishment production process of deciding sequence that vehicles are thrown into paint Rhine within said trim line production planning;

(c) An automobile assembly line control method containing a body Rhine production-planning establishment production process of deciding sequence that vehicles are thrown into body Rhine within said paint Rhine production planning, and;;

[Claim 2] An automobile assembly line control method according to claim 1 which includes further the (e) production process which carries out bucket division of the vehicles with which order of materials charging was decided between the aforementioned (a) production process and the aforementioned (b) production process at suitable interval.

[Claim 3] An automobile assembly line control method according to claim 1 which includes further the (f) production process which carries out bucket division of the vehicles with which order of materials charging was decided between the aforementioned (b) production process and the aforementioned (c) production process at suitable interval.

[Claim 4] An automobile assembly line-control method according to claim 1 which contains further the (f) production process which carries out bucket division of the vehicles with which order of materials charging was decided between the (e) production process and the; aforementioned (b) production process which carry out bucket division of the vehicles with which order of materials charging was decided between the aforementioned (a) production process and the aforementioned (b) production process at suitable interval, and the aforementioned (c) production process at suitable interval, and;;

[Claim 5] (e) Magnitude of a bucket divided at a production process is the automobile assembly line control method according to claim 4 which is the divisor of magnitude of a bucket divided at the (f) production process.

[Claim 6] Said trim line production planning is the automobile assembly line control method according to claim 1 of deciding sequence of vehicles thrown into Rhine by equalization activity.

[Claim 7] Said paint Rhine production planning is the automobile assembly line control method according to claim 1 of deciding sequence of vehicles thrown into Rhine by grouping activity.

[Claim 8] Said trim and paint Rhine production planning are the automobile assembly line control method according to claim 1 of deciding sequence of vehicles thrown into Rhine by integrative sequence plan method of having taken equalization and grouping into consideration to coincidence.

[Claim 9] Said body Rhine production planning is the automobile assembly line control method according to claim 1 of deciding sequence of vehicles thrown into Rhine by equalization activity.

[Claim 10] Quantity  $i$  of vehicles for a plan to do  $N$ :production of a vehicles order-of-materials-charging decision method by said equalization activity: It is a vehicles number ( $2 \leq i \leq N$ ).

$L$ : A class of equalization specification;

$j$ : 2 Equalization specification  $j = 1, 2 \dots L$ ;

$A(i, j)$ : A function which has a value of 0 if vehicles  $i$  correspond to equalization specification  $j$ , and it has a value of 1 and does not correspond;

$Q(j)$ : The number of the vehicles which fulfill the equalization specification  $j$  among  $N$  bases, i.e., [Equation 1]

$$Q(j) = \sum_{i=1}^N A(i, j)$$

$K$ : Count of sequence count;

if the  $X_k$  and  $i$  = vehicles  $i$  are thrown into the  $k$ -th -- 1 -- it meets -- coming out -- if there is nothing -- 0;

$Q(k, j)$ : The number of the vehicles of the equalization specification  $j$  thrown in by  $k$  position, i.e., [Equation 2]

$$Q(k, j) = \sum_{i=1}^k X(s, i) \cdot A(i, j)$$

When defining it as being the function defined; the set of the vehicles with which it does not opt for the injection yet is defined as  $S$ , and it is  $S \leftarrow \{1, \text{and } 2 \text{ and } 3 \dots N\}$

$k$  is begun from 1 and it is [Equation 3].

$$\text{Minimize } \sum_{j=1}^L \left( \frac{N}{Q(j)} \{Q(k-1, j) + A(i, j)\} - k \right)^2$$

The automobile assembly line control method according to claim 6 of deciding sequence that it asks for  $i$  which fills said formula, and the vehicles whose vehicles number is  $i$  are thrown into the  $k$ -th.

[Claim 11] Quantity  $i$  of vehicles for a plan to do  $N$ :production of a vehicles order-of-materials-charging decision method by said grouping activity: It is a vehicles number ( $2 i = 1, 3 \dots N$ ).

$L$ : A class of grouping specification;

$j$ : Grouping specification ( $j = 1, 2 \dots G$ );

$A(i, j)$ : If vehicles  $i$  fulfill grouping specification  $j$ , and it will be 1 and will not fill, it is 0 ( $i = 1, 2 \dots N, j = 1, 2 \dots G$ ).

$Q(j)$ : The number of the vehicles which fulfill the grouping specification  $j$  among  $N$  bases, [Equation 1]  $Q(k, j)$ : The number of the vehicles of the equalization specification  $j$  thrown in to repeated calculation  $k$  (iteration  $k$ ), [Equation 4]

$$Q(k, j) = \sum_{s=1}^k X(s, i) \cdot A(i, j)$$

The set of the vehicles with which it does not opt for the injection yet is defined as  $S$ , and it is  $S \leftarrow \{1, \text{and } 2 \text{ and } 3 \dots N\}$   $k$  is begun from 1 and it is [Equation 5].

$$\text{Maximize } \sum_{j=1}^L \left( \frac{N}{Q(j)} \{Q(k-1, j) + A(i, j)\} - k \right)^2$$

The automobile assembly line control method according to claim 7 of deciding sequence that the vehicles whose vehicles number is  $i$  are thrown into the  $k$ -th in quest of the value of  $i$  which fills the function defined.

[Claim 12] Quantity  $i$  of vehicles for a plan to do  $N$ :production of a vehicles order-of-materials-charging decision method by said integrative sequence plan method: It is a vehicles number ( $2 i = 1, 3 \dots N$ ).

$L$ : A number which totaled a class of equalization specification and grouping specification;

$j$ : Equalization specification and grouping specification ( $j = 1, 2 \dots L$ );

if  $A(i, j)$ : vehicles  $i$  fill  $j$  -- 1 -- if it does not fill -- 0 ( $i = 1, 2 \dots N, j = 1, 2 \dots L$ );

$Q(j)$ : The number of the vehicles which fulfill specification  $j$  among  $N$  bases, i.e., [Equation 1]  $Q(k, j)$ : The number of the vehicles of specification  $j$  thrown in to repeated calculation  $k$  (iteration  $k$ ), i.e., [Equation 4]  $\text{deltaj}$  defines the set of the vehicles with which it does not opt for the injection yet when defining it as  $\text{deltaj} < 0$ , in being the weightings given to specification  $j$ , carrying out priority consideration of the equalization and carrying out priority consideration of  $\text{deltaj} > 0$  and the grouping item as  $S$ , and is  $S \leftarrow \{1, 2, 3 \dots N\}$ .

$k$  is begun from 1 and it is [Equation 6].

$$\text{Minimize } \sum_{j=1}^L \delta_j \cdot \left( \frac{N}{Q(j)} \{Q(k-1, j) + A(i, j)\} - k \right)^2$$

The automobile assembly line control method according to claim 8 of deciding sequence that the vehicles whose vehicles number is  $i$  are thrown into the  $k$ -th in quest of  $i$  value with which the function defined is filled.

[Claim 13] A vehicles order-of-materials-charging decision method by said equalization activity;

$N$ : Quantity  $i$  of vehicles for a plan to produce : a vehicles number ( $2 i = 1, 3 \dots N$ )

$L$ : A class of equalization specification;

$j$ : Equalization specification ( $2 j = 1, 3 \dots L$ );

$A(i, j)$ : A function which has a value of 0 if vehicles  $i$  correspond to equalization specification  $j$ , and it has a value of 1

and does not correspond;

$Q(j)$ : The number of the vehicles which fulfill the equalization specification  $j$  among  $N$  bases, i.e., [Equation 1]  $K$ :

Count of sequence count;

if the  $X_k$  and  $i$  = vehicles  $i$  are thrown into the  $k$ -th -- 1 -- it meets -- coming out -- if there is nothing -- 0;

$Q(k, j)$ : The number of the vehicles of the equalization specification  $j$  thrown in to  $k$  position, i.e., [Equation 4] When defining it as being the function defined; the set of the vehicles with which it does not opt for the injection yet is defined as  $S$ , and it is  $S \leftarrow \{1, \text{and } 2 \text{ and } 3 \dots N\}$

$k$  is begun from 1 and it is [Equation 3]. The automobile assembly line control method according to claim 9 of deciding sequence that it asks for  $i$  which fills said formula, and the vehicles whose vehicles number is  $i$  are thrown into the  $k$ -th. [Claim 14] A trim line which adheres option parts for vehicles to vehicles which passed through a paint color process in paint Rhine and; aforementioned paint Rhine which paint vehicles with which the body was formed while passing through body Rhine and; aforementioned body Rhine which manufacture the body of vehicles; It is located between said body Rhine and paint Rhine. The 1st middle warehouse which carries out temporary storage of the vehicles thrown into paint Rhine through body Rhine; It is located between said paint Rhine and trim lines. pass paint Rhine -- automobile assembly Rhine possessing 2nd middle warehouse; which carries out temporary storage of the vehicles thrown into a trim line -- setting -- (a) -- a production process and; which determine sequence that option parts of various classes equalize many vehicles to which it adheres, respectively, and are thrown into a trim line

(b) A 2nd middle warehouse-bucket division production process of dividing vehicles with which trim line order of materials charging was decided into a bucket of magnitude which was able to be decided beforehand;

(c) A production process which determines sequence which carries out the grouping of the vehicles contained in said 2nd middle warehouse-bucket according to a hue by which paint color is carried out, and is supplied to paint Rhine;

(d) A 1st middle warehouse-bucket division production process of dividing into a bucket of beforehand regular magnitude vehicles with which paint Rhine order of materials charging was decided;

(e) An automobile assembly line control method containing a production process which determines sequence which does an equalization activity on the basis of body format, and is supplied to body Rhine in vehicles contained in said 1st middle warehouse-bucket, and;

[Claim 15] An automobile assembly line control method according to claim 14 which includes further a production process which determines again trim line vehicles order of materials charging by integrative sequence plan method of taking into consideration to coincidence grouping by hue which carries out paint color to equalization by trim option between the aforementioned (b) production process and the (c) production process.

[Claim 16] A vehicles order-of-materials-charging decision method by said integrative sequence plan method;

$N$ : Quantity  $i$  of vehicles for a plan to produce : a vehicles number ( $2 \leq i \leq 1, 3 \dots N$ )

$L$ : A number which totaled a class of equalization specification and grouping specification;

$j$ : Equalization specification and grouping specification ( $j = 1, 2 \dots L$ );

if  $A(i, j)$ : vehicles  $i$  fill  $j$  -- 1 -- if it does not fill -- 0 ( $i = 1, 2 \dots N, j = 1, 2 \dots L$ );

$Q(j)$ : The number of the vehicles which fulfill specification  $j$  among  $N$  bases, i.e., [Equation 1]  $Q(k, j)$ : The number of the vehicles of the equalization specification  $j$  thrown in to repeated calculation  $k$  (iteration  $k$ ), i.e., [Equation 4]  $\Delta j$  defines the set of the vehicles with which it does not opt for the injection yet when defining it as  $\Delta j < 0$ , in being the weightings given to specification  $j$ , carrying out priority consideration of the equalization and carrying out priority consideration of  $\Delta j > 0$  and the grouping item as  $S$  by giving a definition, and it is  $S \leftarrow \{1, 2, 3 \dots N\}$ .

$k$  is begun from 1 and it is [Equation 6]. The automobile assembly line control method according to claim 15 of deciding sequence that the vehicles whose vehicles number is  $i$  are thrown into the  $k$ -th in quest of the value of  $i$  which fills the function defined.

[Claim 17] A trim line which adheres option parts for vehicles to vehicles which passed through a paint color process in paint Rhine and; aforementioned paint Rhine which paint vehicles with which the body was formed while passing through body Rhine and; aforementioned body Rhine which manufacture the body of vehicles; It is located between said body Rhine and paint Rhine. A WBS buffer warehouse which carries out temporary storage of the vehicles which pass body Rhine and are thrown into paint Rhine; It is located between said paint Rhine and trim lines. A production process which adds detailed information of body format, a sheathing color, and option parts to an order number given to an automobile by which a (a) order was placed in automobile assembly Rhine possessing 2nd middle warehouse; which carries out temporary storage of the vehicles which pass paint Rhine and are thrown into a trim line, and adheres a vehicles number;

(b) A production process which determines sequence of vehicles thrown into a trim line through an equalization activity classified by option among said detailed information;

- (c) A 2nd middle warehouse-bucket division production process of dividing vehicles with which trim line order of materials charging was decided into a bucket of magnitude which was able to be decided beforehand;
- (d) A production process which determines sequence which carries out the grouping of the vehicles contained in said 2nd middle warehouse-bucket according to a hue by which paint color is carried out, and is supplied to paint Rhine;
- (e) A 1st middle warehouse-bucket division production process of dividing vehicles with which paint Rhine order of materials charging was decided into a bucket of magnitude which was able to be decided beforehand;
- (f) A production process which determines sequence which does an equalization activity on the basis of body format, and is supplied to body Rhine in vehicles contained in said 1st middle warehouse-bucket;
- (g) A production process which manufactures the body of vehicles by body Rhine order of materials charging decided according to the aforementioned (f) production process;
- (h) A production process which stores vehicles with which the body was completed in a WBS buffer warehouse one by one;
- (i) A production process which carries out the rearrangement of this sequence that was out of order, and supplies it to paint Rhine so that said paint Rhine order of materials charging may be suited when sequence of vehicles stored in said 1st middle warehouse is wrong with various error generating factors unlike paint Rhine order of materials charging decided according to the aforementioned (d) production process;
- (j) A production process which carries out paint color of the vehicles thrown into paint Rhine to a hue which was able to be decided beforehand, respectively, and stores them in the 2nd middle warehouse one by one;
- (k) A production process which carries out the rearrangement of this sequence of being out of order, and supplies it to a trim line so that said trim line order of materials charging may be suited when sequence of vehicles stored in said 2nd middle warehouse is wrong with various error generating factors unlike trim line order of materials charging decided according to the aforementioned (b) production process;
- (l) An automobile assembly line control method containing a production process which adheres option parts which correspond, respectively to vehicles thrown into a trim line, and completes vehicles, and;

[Claim 18] The aforementioned (i) production process is the automobile assembly line control method according to claim 17 of analyzing detailed information to sequence derangement in paint Rhine order of materials charging by dynamic automatic specification reconstruction technique, and making a vehicles number equivalent to an order number in adjustable by the analyzed detailed information.

[Claim 19] The aforementioned (k) production process is the automobile assembly line control method according to claim 17 of analyzing detailed information about sequence derangement in trim line order of materials charging by dynamic automatic specification reconstruction technique, and making a vehicles number equivalent to an order number in adjustable by the analyzed detailed information.

[Claim 20] A trim line which adheres option parts for vehicles to vehicles which passed through a paint color process in paint Rhine and; aforementioned paint Rhine which paint vehicles with which the body was formed while passing through body Rhine and; aforementioned body Rhine which manufacture the body of vehicles; It is located between said body Rhine and paint Rhine. The 1st middle warehouse which carries out temporary storage of the vehicles thrown into paint Rhine through body Rhine; It is located between said paint Rhine and trim lines. In the 2nd middle warehouse which carries out temporary storage of the vehicles thrown into a trim line through paint Rhine, and automobile assembly Rhine possessing; An order of a customer to an automobile, sale, and a production fault the whole A host computer system to control and; Control of a host computer system Popularity is won. A production process of a production line Control of a production-control control system to control, a trim line control slave system which controls a trim production process in response to control of; production-control control system, a paint line control slave system which controls a painting process in response to control of; production-control control system, and; production-control control system Detailed information to sequence derangement generated according to many error generating factors during a body line control slave system which wins popularity and controls a body production process, and; body production process advance is analyzed. Detailed information to sequence derangement generated according to many error generating factors during a dynamic paint Rhine automatic specification reconstruction control system which readjusts sequence of vehicles stored in the 1st middle warehouse through a dynamic automatic specification reconstruction method by this, and; painting process advance is analyzed. A dynamic trim line automatic specification reconstruction control system which readjusts sequence of vehicles stored in the 2nd middle warehouse through a dynamic automatic specification reconstruction method by this, and an automobile assembly line control system containing;

[Translation done.]

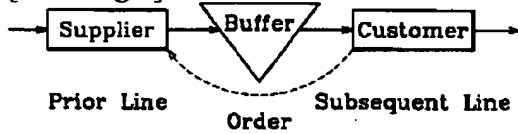
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]

(A)

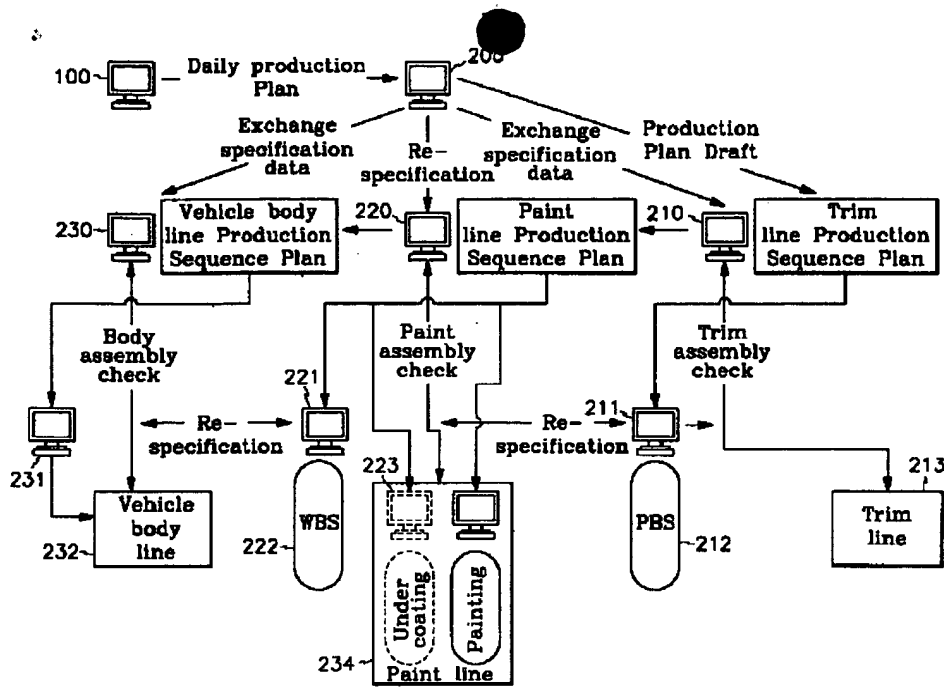
Order No.	Body Type	Color	Trim Option
01	B1	C1	T1
02	B1	C2	T1
03	B1	C2	T2
04	B1	C3	T2
05	B2	C3	T3
06	B2	C4	T3
07	B2	C5	T3

(B)

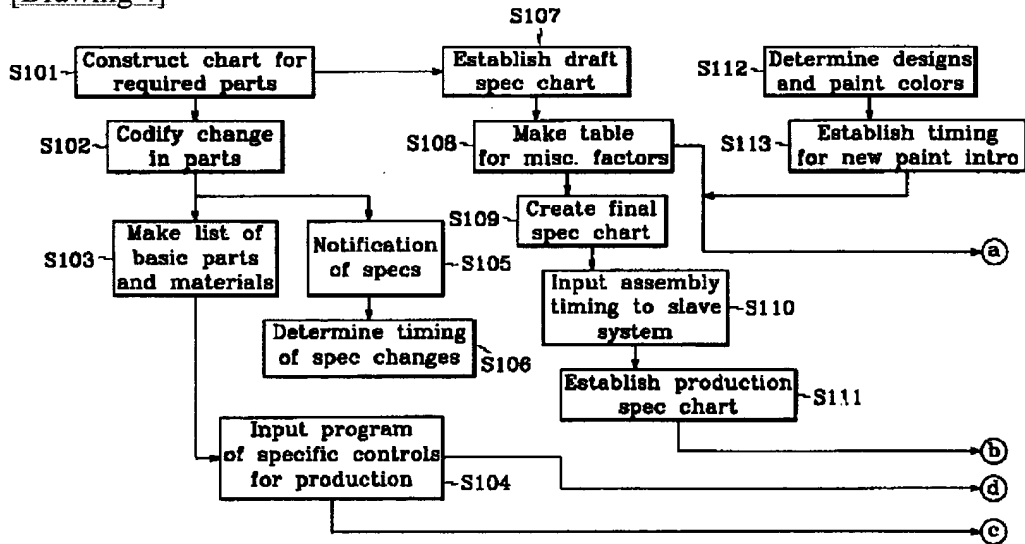
VIN	Body Type
1	B1
2	B1
3	B1
4	B1
5	B2
6	B2
7	B2

[Drawing 3]

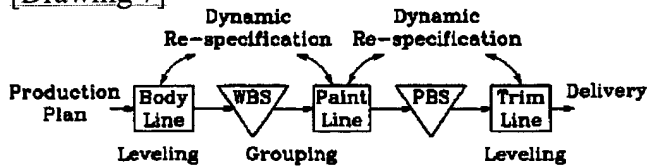




[Drawing 4]



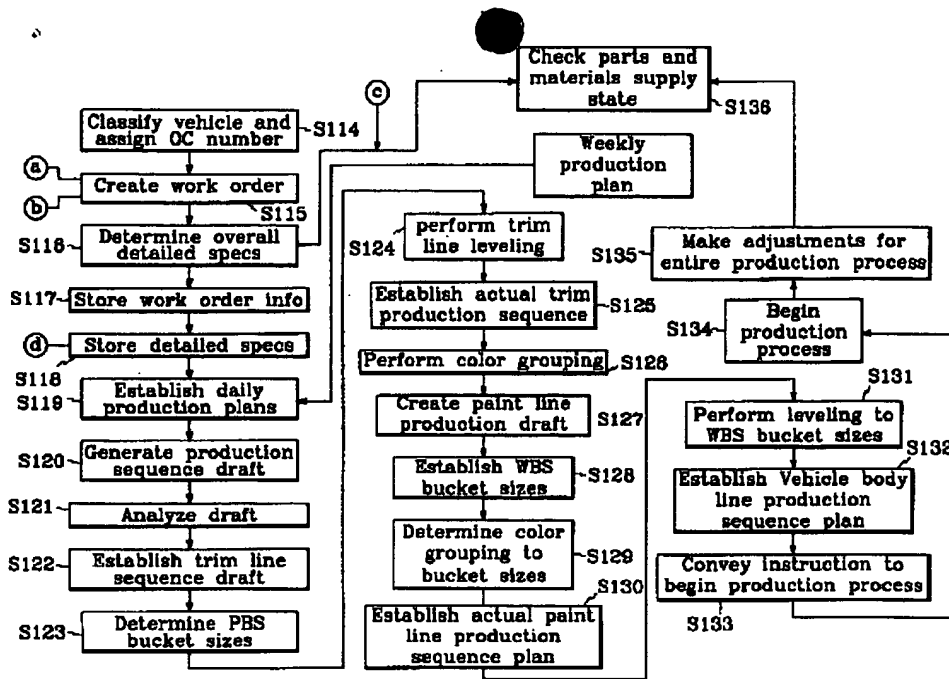
[Drawing 7]



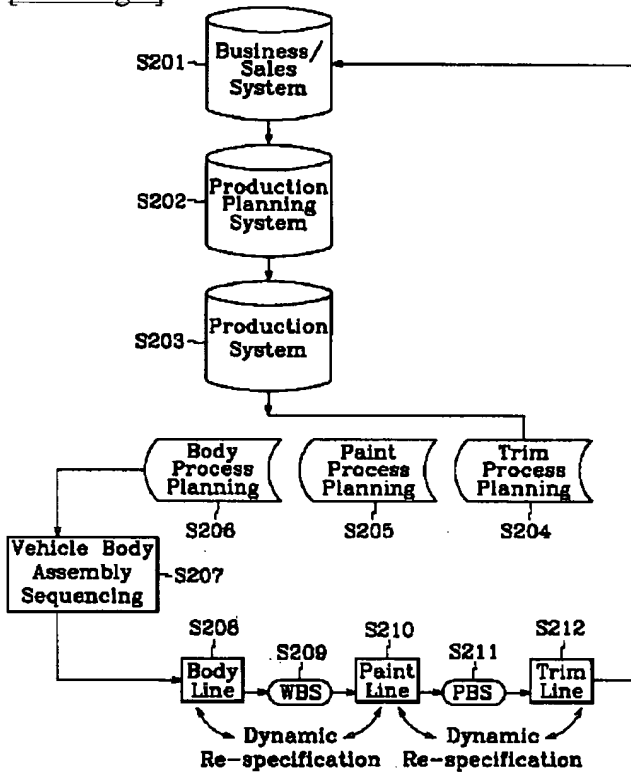
[Drawing 9]

Planned to Achieved Sequence Ratio	Prior Art	Present Invention	Improvement
Paint Line	92%	98%	6%
Trim Line	90%	95%	5%

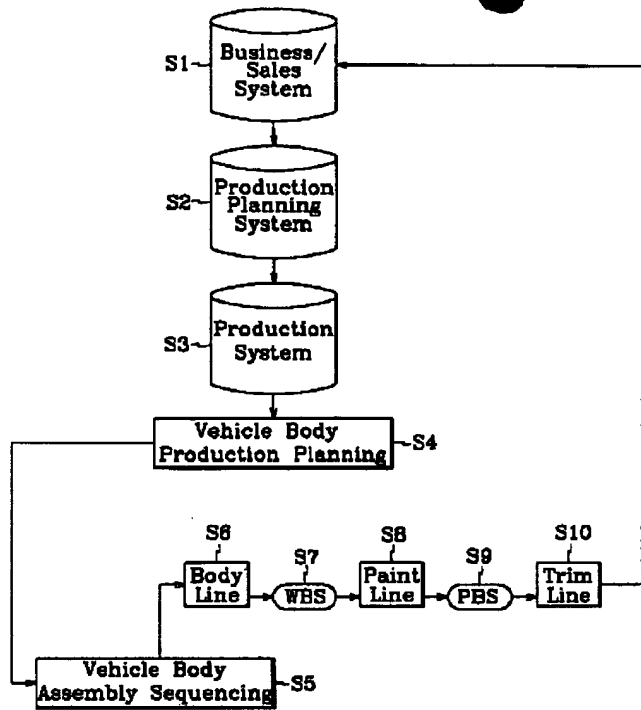
[Drawing 5]



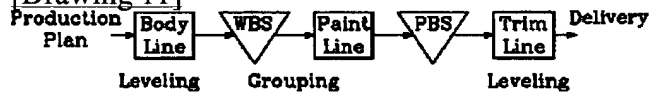
[Drawing 6]



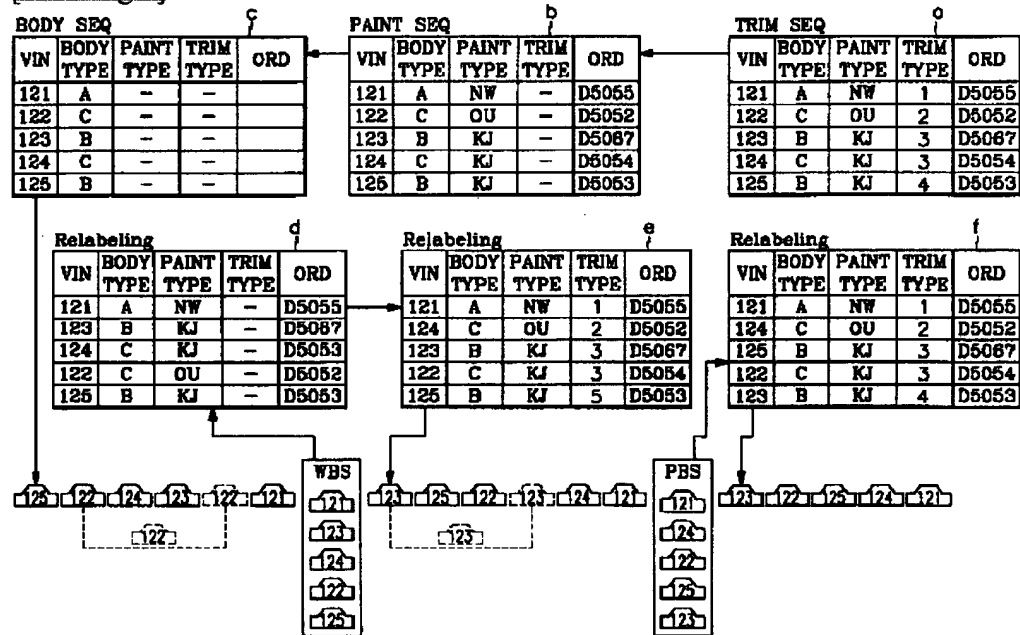
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-301540

(43) 公開日 平成11年(1999)11月2日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
B 6 2 D 65/00		B 6 2 D 65/00	M
B 2 3 P 21/00	3 0 7	B 2 3 P 21/00	3 0 7 Z
B 2 3 Q 41/08		B 2 3 Q 41/08	A
G 0 5 B 15/02		G 0 5 B 15/02	Z
G 0 6 F 17/60		G 0 6 F 15/21	R
審査請求 有 請求項の数20 F D (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-112703

(22) 出願日 平成10年(1998)4月8日

(71) 出願人 591251636

現代自動車株式会社

大韓民国ソウル特別市鐘路区桂洞140-2

(72) 発明者 南 東 吉

大韓民国蔚山広域市南區達洞1352番地 現代アパート104棟407号

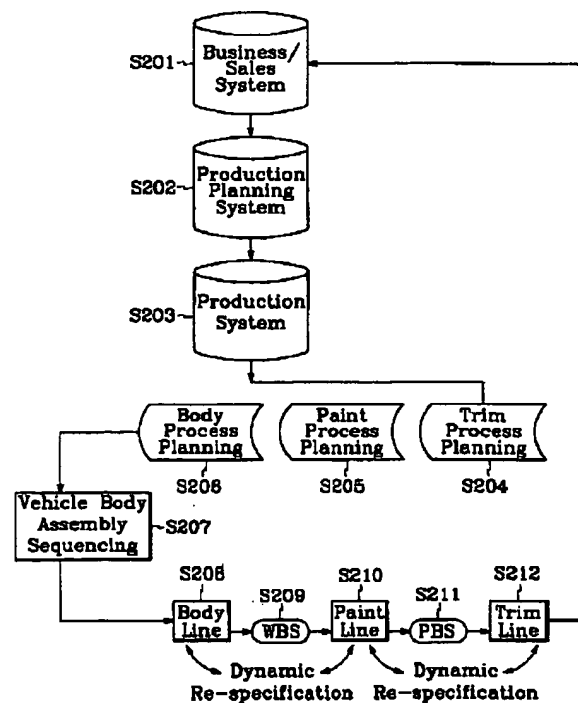
(74) 代理人 弁理士 斎藤 栄一

(54) 【発明の名称】 自動車組立ライン制御方法及び制御システム

(57) 【要約】

【課題】 自動車生産工場で全生産ライン間の作業負荷を均一にして生産性を向上させ、生産工程の進行中に色々な誤差発生要因による順序混乱を容易に復旧することにより、実際の生産工程が最初に樹立した生産計画と近接し得る自動車組立ライン制御方法及びその制御システムを提供する。

【解決手段】 本発明は多数個の分野別工程からなる自動車組立工程において最後に位置する工程、即ち、トリム工程の生産計画をまず樹立し、これを基準にして塗装工程の計画を樹立してから車体工程の生産計画を樹立するプルタイプ(pull type) 自動車組立ライン制御方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを過ぎて塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを過ぎてトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫と；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 車両がトリムラインに投入される順序を決めるトリムライン生産計画樹立工程と；

(b) 前記トリムライン生産計画内で車両が塗装ラインに投入される順序を決める塗装ライン生産計画樹立工程と；

(c) 前記塗装ライン生産計画内で車両が車体ラインに投入される順序を決める車体ライン生産計画樹立工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項2】 前記(a)工程と前記(b)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(e)工程をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項3】 前記(b)工程と前記(c)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(f)工程をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項4】 前記(a)工程と前記(b)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(e)工程と；前記(b)工程と前記(c)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(f)工程と；をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項5】 (e)工程で分割されたバケットの大きさは(f)工程で分割されたバケットの大きさの約数である請求項4に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項6】 前記トリムライン生産計画は平準化作業によってラインに投入される車両の順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

$$\text{Minimize } \sum_{j=1}^L \left( \frac{1}{Q(j)} \{ Q(k-1, j) + A(i, j) \} - k \right)^2$$

前記式を満たすiを求めて、車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項6に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項11】 前記グルーピング作業による車両投入順序決定方法は、

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号(i=1、2、3……N)

L：グルーピング仕様の種類；

【請求項7】 前記塗装ライン生産計画はグルーピング作業によってラインに投入される車両の順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項8】 前記トリム及び塗装ライン生産計画は平準化とグルーピングを同時に考慮した統合的順序計画方法によってラインに投入される車両の順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項9】 前記車体ライン生産計画は平準化作業によってラインに投入される車両の順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項10】 前記平準化作業による車両投入順序決定方法は、

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号(i=1、2、3……N)

L：平準化仕様の種類；

j：平準化仕様j=1、2、3……L；

A(i, j)：車両iが平準化仕様jに該当すれば1の値を有し、該当しなければ0の値を有する関数；

Q(j)：N台のうち平準化仕様jを満たす車両の台数、

即ち、

【数1】

$$Q(j) = \sum_{i=1}^N A(i, j)$$

K：順序計算回数；

$X_{k,i}$ ：車両iがk番目に投入されれば1、そうではなければ0；

Q(k, j)：k番目までに投入された平準化仕様jの車両の台数、

即ち、

【数2】

$$Q(k, j) = \sum_{i=1}^k X(s, i) \cdot A(i, j)$$

と定義される関数であると定義する時；まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数3】

j：グルーピング仕様(j=1、2……G)；

A(i, j)：車両iがグルーピング仕様jを満たせば1であり、満たさなければ0(i=1、2……N、j=1、2……G)

Q(j)：N台のうちグルーピング仕様jを満たす車両の台数、

【数1】Q(k, j)：反復計算k(iteration k)まで投入された平準化仕様jの車両の台数、

【数4】

$$Q(k, j) = \sum_{s=1}^L X(s, i) \cdot A(i, j)$$

まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し

$$\text{Maximize } \sum_{j=1}^L \cdot \left( \frac{N}{Q(j)} \cdot \{Q(k-1, j) + A(i, j)\} - k \right)^2$$

と定義される関数を満たすiの値を求めて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項7に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項12】 前記統合的順序計画方法による車両投入順序決定方法は、

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号（i=1、2、3……N）

L：平準化仕様及びグルーピング仕様の種類を合計した数；

j：平準化仕様及びグルーピング仕様（j=1、2……L）；

A(i, j)：車両iがjを満たせば1、満たさなければ0（i=1、2……N、j=1、2……L）；

$$\text{Minimize } \sum_{j=1}^L \delta_j \cdot \left( \frac{N}{Q(j)} \cdot \{Q(k-1, j) + A(i, j)\} - k \right)^2$$

と定義される関数を満たすi値を求めて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項8に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項13】 前記平準化作業による車両投入順序決定方法は；

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号（i=1、2、3……N）

L：平準化仕様の種類；

j：平準化仕様（j=1、2、3……L）；

A(i, j)：車両iが平準化仕様jに該当すれば1の値を有し、該当しなければ0の値を有する関数；

Q(j)：N台のうち平準化仕様jを満たす車両の台数、

即ち、

【数1】 K：順序計算回数；

$X_{k,i}$  = 車両iがk番目に投入されれば1、そうではなければ0；

Q(k, j)：k番目まで投入された平準化仕様jの車両の台数、

即ち、

【数4】と定義される関数であると定義する時；まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数3】前記式を満たすiを求めて、車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項9に記載の自動車組立ライン制御方法。

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数5】

Q(j)：N台のうち仕様jを満たす車両の台数、

即ち、

【数1】 Q(k, j)：反復計算k（iteration k）まで投入された仕様jの車両の台数、

即ち、

【数4】  $\delta_j$ は仕様jに与えられる加重値であり、平準化を優先考慮する場合には $\delta_j > 0$ 、グルーピング項目を優先考慮する場合には $\delta_j < 0$ と定義する時、

まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数6】

【請求項14】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを経て塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを経てトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 色々な種類のオプション部品がそれぞれ付着される多数個の車両を平準化してトリムラインに投入される順序を決める工程と；

(b) トリムライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第2中間倉庫—バケット分割工程と；

(c) 前記第2中間倉庫—バケット内に含まれる車両を塗色される色相別にグルーピングして塗装ラインに投入される順序を決める工程と；

(d) 塗装ライン投入順序が決められた車両を予め決まった大きさのバケットに分割する第1中間倉庫—バケット分割工程と；

(e) 前記第1中間倉庫—バケット内に含まれる車両を車体形式を基準にして平準化作業を行い車体ラインに投入される順序を決める工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項15】 前記(b)工程と(c)工程との間に

トリムオプションによる平準化と塗色する色相によるグルーピングを同時に考慮する統合的順序計画方法によってトリムライン車両投入順序を再度決める工程をさらに含む請求項14に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項16】 前記統合的順序計画方法による車両投入順序決定方法は；

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号（ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）

L：平準化仕様及びグルーピング仕様の種類を合計した数；

j：平準化仕様及びグルーピング仕様（ $j = 1, 2, \dots, L$ ）；

A(i, j)：車両iがjを満たせば1、満たさなければ0（ $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, L$ ）；

Q(j)：N台のうち仕様jを満たす車両の台数、即ち、

【数1】  $Q(k, j)$ ：反復計算k（iteration k）まで投入された平準化仕様jの車両の台数、即ち、

【数4】と定義し、

$\delta j$ は仕様jに与えられる加重値であり、平準化を優先考慮する場合には $\delta j > 0$ 、グルーピング項目を優先考慮する場合には $\delta j < 0$ と定義する時、

まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し  
 $S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数6】と定義される関数を満たすiの値を求めて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項15に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項17】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを過ぎて塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵するWBS緩衝倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを過ぎてトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 注文された自動車に付与された注文番号に車体形式、外装色、オプション部品の詳細情報を付け加えて車両番号を付着する工程と；

(b) 前記詳細情報のうちオプション別平準化作業を通じてトリムラインに投入される車両の順序を決める工程と；

(c) トリムライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第2中間倉庫バケット分割工程と；

(d) 前記第2中間倉庫バケット内に含まれる車両を塗色される色相別にグルーピングして塗装ラインに投入される順序を決める工程と；

(e) 塗装ライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第1中間倉庫バケット分割工程と；

(f) 前記第1中間倉庫バケット内に含まれる車両を車体形式を基準にして平準化作業を行い車体ラインに投入される順序を決める工程と；

(g) 前記(f)工程によって決められた車体ライン投入順序によって、車両の車体を製作する工程と；

(h) 車体が完成された車両を順次にWBS緩衝倉庫に貯蔵する工程と；

(i) 前記第1中間倉庫に貯蔵されている車両の順序がいろいろな誤差発生要因によって前記(d)工程によって決められた塗装ライン投入順序と異なり狂っている場合、この狂った順序を前記塗装ライン投入順序に合うように再配列して塗装ラインに投入する工程と；

(j) 塗装ラインに投入された車両をそれぞれ予め決められた色相に塗色して第2中間倉庫に順次に貯蔵する工程と；

(k) 前記第2中間倉庫に貯蔵されている車両の順序がいろいろな誤差発生要因によって前記(b)工程によって決められたトリムライン投入順序と異なり狂っている場合、この狂っている順序を前記トリムライン投入順序に合うように再配列してトリムラインに投入する工程と；

(l) トリムラインに投入された車両にそれぞれ該当するオプション部品を付着して車両を完成する工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項18】 前記(i)工程は動的自動仕様再構成技法によって塗装ライン投入順序における順序混乱に対する詳細情報を分析して、その分析された詳細情報によってオーダー番号に車両番号を可変的に対応させる請求項17に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項19】 前記(k)工程は動的自動仕様再構成技法によってトリムライン投入順序における順序混乱に関する詳細情報を分析して、その分析された詳細情報によってオーダー番号に車両番号を可変的に対応させる請求項17に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項20】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを経て塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを経てトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫と；を具備する自動車組立ラインにおいて、

自動車に対する顧客の注文と販売及び生産過程全般を制御するホストコンピュータシステムと；ホストコンピュータシステムの統制を受けて生産ラインの生産工程を制

御する生産管理制御システムと；生産管理制御システムの統制を受けてトリム工程を制御するトリムライン制御スレーブシステムと；生産管理制御システムの統制を受けて塗装工程を制御する塗装ライン制御スレーブシステムと；生産管理制御システムの統制を受けて車体工程を制御する車体ライン制御スレーブシステムと；車体工程進行中に多数個の誤差発生要因によって発生した順序混乱に対する詳細情報を分析し、これによる動的自動仕様再構成方法を通じて第1中間倉庫内に貯蔵された車両の順序を再調整する動的塗装ライン自動仕様再構成制御システムと；塗装工程進行中に多数個の誤差発生要因によって発生した順序混乱に対する詳細情報を分析し、これによる動的自動仕様再構成方法を通じて第2中間倉庫内に貯蔵された車両の順序を再調整する動的トリムライン自動仕様再構成制御システムと；を含む自動車組立ライン制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車生産工場で使用される自動車組立ライン制御方法とその制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、自動車組立工場は、車体ライン・塗装ライン・トリムラインなどから構成された主工場と、主工場に必要な部品を供給する供給工場から構成されている。供給工場には、プレス工場、エンジン／ギヤ工場、椅子工場、各種組立部品工場などがある。このような自動車組立工場においては自動車生産効率を向上させるために一定の生産パターンが必要となる。言換えれば、主に自動車に使用される部品を組立てる工程が行なわれる車体ライン及びトリムラインでは特定の部品が一個所で続けて使用しない限り、部品組立作業の効率は向上しない。したがって、ラインに沿って流れながら組立てられている車両が、いずれか特定の部品が組立てられる地点では停滞し、他の部品が組立てられる地点では作業する車両がない場合には、全体的な生産性が低下するようになる。

【0003】例えば、自動変速機を装着する車両をAとし、手動変速機を装着する車両をBとすると、車両がB、A、B、A…の順に均一にラインに供給されない限り、全体の作業場で作業が同時に行われない。もし、A、A、A、B、B…の順に供給される場合には、はじめは自動変速機を装着する場所に業務荷重が過多になり、手動変速機を装着する場所では剰余人員が発生するようになる。さらに、その次には反対の状況が発生するが、結局は、全体的な生産性が低下するようになる。このように車両が種類別にラインに均一に供給されるように順序を配列する作業を平準化(leveling)作業とする。

【0004】反面、車体ラインとトリムラインとの間に位置する塗装ラインにおいては、部品や車両の種類に係

わらず、特定の色相のペイントを使用する車両を連続して塗色することができるよう車両がラインに供給されると作業効率が向上する。従って、上述のように一旦車体ラインで効率的に作業できるように決められた車両の順序は、塗装ラインではむしろ作業効率が低下し易く、塗装ラインで効率的に作業できるように車両の順序を再配置すると、これはまたトリムラインでの作業順序には適しくなくなりもする。このように、各作業ラインのすべてで、互いに相反しないようにしつつも作業効率を向上させ得るように作業順序を決めることはたやすいことではない。

【0005】このような問題点を解決するために今まで多くの生産工程技術が開発されてきた。このような従来の技術の一般的な例が図10、図11に示されており、図10は従来の技術による自動車の生産および販売の全過程を示す流れ図であり、図11は従来の技術による自動車組立ラインの流れを説明する図面である。

【0006】図10に基づいて、自動車の注文契約から生産計画樹立、生産および販売過程を簡単に説明すると次の通りである。まず、ホストコンピュータシステム(host computer system)が営業網と販売システムを通して受取った注文オーダー(order)を集約した後(第1工程)、生産計画システムで集約された契約オーダーに従って一日生産計画を設定し、設定された一日生産計画は生産システム、即ち、主工場に転送される(第2工程)。主工場のメインコンピュータは一日生産計画に従って必要な資材および部品のオーダーを提示して部品納入を要請する(第3工程)。

【0007】以降、主工場では、設定された一日生産計画に従って車体生産計画を樹立し(第4工程)、車種による車体作業順序を決定し(第5工程)、車体ラインではプレス作業および溶接作業などを通じて車体を製作する(第6工程)。このような車体ラインでは平準化作業を進行して生産効率を向上させる。しかし、車体製作過程に瑕疵が発生した場合、該当車体はしばらくラインから外して、復旧させてから再び車体ラインに復旧させるという過程が追加されるが、このような過程が追加されると、実際の生産過程がもとの生産計画とはある程度差が生じるようになる。

【0008】この後、完成した車体はWBS(White Body Storage)という第1中間倉庫(以下、WBSという)に一時的貯蔵され(第7工程)、このようなWBSでは車体ラインにおける生産過程に混乱が生じた順序を修正する過程を経て塗装ラインに投入される。塗装ラインでは、まず、車体に錆止め及び下塗り作業を行い、最後に車体に色相を塗りつける上塗り作業をする(第8工程)。このような車両の外装色を塗色する塗装ラインでは、塗装ロボットの値段が極めて高いので、普通は1つのラインに1つの塗装ロボットが設置されている。したがって、現在塗色しようとする車両の色相がそれ以前の



車両の色相と異なると、塗装ロボットのノズルを洗滌する過程を経なければならないが、この洗滌費用は相当な費用発生の原因となっている。したがって、できれば、このような洗滌費用を削減するために上塗り工程の直前に同一色相が塗色される車両を1ヶ所に集める作業が必要となり、これをカラーグルーピング作業という。塗色ラインにおいても、同様に、塗色過程中に欠陥が発生した車両をしばらく外した後、再び塗装ラインに復旧させる作業が追加される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、塗装ラインの場合に遂行されるカラーグルーピング作業にも係わらず、すべての生産計画は基本的に車体生産計画を中心に樹立されているので、カラーグルーピング作業を遂行するには限界が有って、ある程度の洗滌費用損失と、順序を整えるための時間損失は避けられない。上述のような塗色作業が完了した車体はPBS(Painted Body Storage)と名付けられた第2中間倉庫(以下、PBSという)に貯蔵されてから(第9工程)、トリムラインに送られて消費者の注文に応じたオプション部品などが付着されて完成し(第10工程)、販売システムを通じて消費者に引渡される。

【0010】また、前記トリムラインにおいては車体の種類及びオプション部品などによって、色々な種類の車両に分類することができ、車両が車体生産順序による平準化作業と色相によるカラーグルーピング作業を経たため、トリムラインの作業順序に鑑みれば極めて無秩序な順序を有するようになる。このような順序の混乱を修正するためPBS倉庫ではトリムラインの生産順序による平準化作業を遂行するが、車体ラインと塗装ラインを経る間に無秩序度が非常に増加したため、PBS倉庫での平準化作業は時間がか多くかかり限界が有るので、トリムラインにおける生産性を悪化させ、結局は一日生産計画の通りに生産が行なわれる生産計画達成率を低下させる。

【0011】上述のように、車体ラインを中心に生産順序が決められるプッシュタイプの工程は、車体ラインにおける平準化作業が、後続する塗装ラインにおける効率性を考慮せずに設定されるので、塗装ラインにおけるグルーピング作業に支障をきたし生産性を低下させ、グルーピング作業にも係わらず塗装ロボットのノズル洗滌費用をたいして節減できないでいる。

【0012】また、塗装ラインにおける無秩序な順序に影響を受けてトリムラインでも無秩序度が大きくなり、これは部品の円滑な供給と適切な量の在庫維持に支障をきたし不必要な追加費用損失をもたらす。また、正確な組立計画が乱れると、ある特定の部品を組立てるところでは剰余人員が発生し、他の部品を組立てるところでは人員不足現象が発生して全体的な生産性を低下させる結果をもたらす。

【0013】上述のような従来の自動車組立ライン制御システムは工程が進んでいくに従って次第に増加する無秩序を修正し難いという問題点がある。また、このような無秩序を修正するために各生産ラインの間に位置する緩衝倉庫の規模が大きくなければならないので、現実的には順序混乱の復旧には限界が有る。従って、大部分の車両はもとより予定した出庫期間より遅く出荷されるという問題点を有する。

【0014】本発明は上述のような問題点を解決するためのものであり、本発明の目的は自動車生産工場で全生産ライン間の作業負荷を均一にして生産性を向上させ、生産工程の進行中に色々な誤差発生要因による順序混乱を容易に復旧することにより、実際の生産工程が最初に樹立した生産計画と近接し得る自動車組立ライン制御システム及びその制御方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記のような目的を達成するため、本発明は多数個の分野別工程からなる自動車組立工程において最後に位置する工程、即ち、トリム工程の生産計画をまず樹立し、これを基準にして塗装工程の計画を樹立してから車体工程の生産計画を樹立するプルタイプ(pull type)自動車組立ライン制御方法を提供する。また、本発明では各ラインにおける詳細な工程進行内容に関する情報を互いに交換して、各ラインにおける作業順序を全体と調和をなす範囲内で自律的に決める動的自動仕様再構成(Dynamic Re-specification)方法を提供する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づいて本発明の好ましい一実施の形態を詳しく説明するが、本実施の形態は本発明の概念をより易しく明確に理解させるためのものであり、本発明を本実施の形態にのみ限定するものではない。まず、本発明によるプルタイプ自動車組立ラインをわかりやすく説明するために、本発明に使用されるいくつかの概念を説明する。

【0017】図1は本発明に使用される用語のうちプルタイプという用語を説明する図面であり、プルタイプの意味は全体生産工程において先行するラインと後行するラインを供給者(Supplier)と顧客(Customer)とに仮定することにより、用語を定義したものである。即ち、後行するラインが顧客として注文すると、先行工程はこの注文に応じて生産順序を樹立する方式であり、連続して成立している全生産ラインの間の関係をすべて供給者と顧客との関係に仮定することで、各生産ラインにおける生産性を向上させることができ、生産計画達成率を向上させることができる。これは、一般に使用される先行工程の生産によってその後の工程の生産が決められるプッシュ(push)タイプとは正反対の概念である。

【0018】一般に、このような先行ラインと後行ラインとの間には中間倉庫として緩衝倉庫が位置するが、こ

の緩衝倉庫は普通先後工程間の不安定性に対する緩衝作用を行う場所としての機能のみを考慮して設計されているが、本発明においては、この他にも先後工程間の工程進行状態を点検する場所及び後工程投入のための順序制御場所としての役割を追加した。このような緩衝倉庫の例をあげると、先行ラインが車体ラインで、後行ラインが塗装ラインである場合、その間に位置するWBS(White Body Storage)があり、先行ラインが塗装ラインで、後行ラインがトリム(trim)ラインである場合、その間に位置するPBS(Painted Body Storage)がある。

【0019】万が一、先行ラインが生産品を後行ラインが要請した順序と違って、緩衝倉庫に提供する場合、ある程度の範囲までは緩衝倉庫で順序を再調整して、後行ラインが要求する順序で生産品を送ることができる。勿論、順序を再調整できる範囲は生産設備によって限界があるが、例をあげると、小さい工場の場合は5台、大型工場の場合は60台程度にこのような範囲が決められ、このような範囲をバケット(bucket)と定義する。

【0020】バケットはPBSバケットとWBSバケットとがあるが、PBSバケットはトリムラインと塗装ラインとの間の順序混乱に対する緩衝作用を、WBSバケットは塗装ラインと車体ラインとの間の順序混乱の緩衝作用を行う。PBSバケットの大きさの決定時に考慮する要素にはPBSの大きさと先行ラインと後行ラインとの間の安定性がある。即ち、PBSの大きさが大きいと、PBSバケットの大きさを大きくすることができ、また、先行ラインで多くの順序混乱がある場合にはPBSバケットが大きくない限り完全な順序復旧が不可能である。WBSの場合もこれと類似しているが、ただし、PBSバケットは順序混乱が大幅に増加している後工程中に位置するのでその大きさがWBSバケットより大きくなり、円滑な順序復旧作業のため、WBSバケットの倍数になるのが好ましい。本発明では上述のようなバケットの概念を用いて、それぞれの緩衝倉庫で、生産計画と実際の生産ラインでの生産工程進行の間の誤差を低減する作業を進行するとき、このような作業をバケット単位に区分して進行することにより生産順序を再決める作業をより容易に行うことができる。

【0021】図2Aと図2Bは本発明に使用される他の重要な概念である自動仕様再構成(Dynamic Re-specification)に対する概念を説明するための図面である。一般に、車両は生産されながら車両に対する固有番号としてVIN(Vehicle Identified Number)番号が付着される。また、生産システムは顧客の注文オーダーに応ずる車両を認識する番号として注文番号(Order Number)を付与している。図2Aは顧客の注文内容を表にして注文番号を付与した内容を表わした表であり、図2Bは車体に付着されるVIN番号に関する表である。

【0022】一般的には注文番号にVIN番号を一对一に対応させてこれらを管理するが、万が一注文番号01

をVIN1に固定してしまった場合、万が一生産過程でVIN1の車両に問題が発生する場合、注文番号01の生産はそれだけ遅くなり、顧客との契約を満たすことができない。しかし、動的自動仕様再構成技法においてはVIN番号と注文番号を緩衝倉庫で生産工程の進行によって、可変的に付与できるようにした。

【0023】万が一塗装ラインから車体ラインに要請した生産オーダーに対して、車体ラインで車体を生産してWBSに供給すると、塗装ラインでは順次に塗色作業を進行する。例えば、顧客注文現況が図2Aの通りであり、WBSに位置している車両が図2Bの通りである場合、万が一優先順位で注文番号02の顧客の注文車両をBWSから引出そうとすれば、顧客注文の車体類型B1の車体のうちの1つを引出せばよい。即ち、VIN1-4の車体のうちいずれか1つを引出して、この車体に注文番号02を付与し、それ以降の生産工程を進行する。即ち、各生産ラインまたは緩衝倉庫でVIN番号と注文番号の対応を生産工程の変化に応じて可変的に管理し、生産計画達成率を向上させ、順序混乱復旧を容易に行うことができる。

【0024】図3は本発明によるアルタイプの組立ライン制御システム(Assembly Line Control System)の構成と順序を概略的に示した構成ブロック図である。前記アルタイプ組立ライン制御システムは、営業網と生産及び販売網を総括するホストコンピュータシステム100と、生産工場で生産を総括する生産管理制御システム200を始めとして、トリムライン制御スレーブシステム210、塗装ライン制御スレーブシステム220、車体ライン制御スレーブシステム230、投入順序指示制御スレーブシステム231、車体ライン232、塗装ライン234、トリムライン213、動的塗装ライン自動仕様再構成制御システム221、WBS(White Body Storage)222、下塗り塗装制御システム223、色相グルーピング制御システム224及び動的トリムライン自動仕様再構成制御システム211を含む。

【0025】ホストコンピュータシステム100は各営業網と販売システムを通じて受取った注文オーダーを集約して、一日生産計画及び週間生産計画を樹立する。生産管理制御スレーブシステム200は生産工場の中央統制所に設置され、前記ホストコンピュータシステム100によって樹立した一日生産計画及び週間生産計画に従って生産管理全般に対する細部生産計画を樹立して、自身の統制を受けるそれぞれのスレーブコンピュータシステムと工程進行状況に対する詳細情報を交換する。

【0026】トリムライン制御スレーブシステム210は前記生産管理制御スレーブシステム200の細部生産計画に基づいて車種別、オプション部品別のトリムラインの生産順序計画を樹立する。また、トリムラインに先行する車体ライン、塗装ラインでの工程進行中に製品の瑕疵発生、生産設備故障のような生産阻害要因が発生し

た場合、車体ライン制御スレーブシステム230或いは塗装ライン制御スレーブシステム231などとこれに関する詳細情報を交換してトリムラインの生産順序計画を再樹立する。

【0027】塗装ライン制御スレーブシステム220は前記トリムライン制御スレーブシステム210で樹立したトリムラインの生産順序計画に適合するように塗装ラインの各車種別、色相別生産順序計画を樹立し、塗装ラインの工程の流れの全般を制御する。車体ライン制御スレーブシステム230は前記塗装ライン制御スレーブシステム220の生産順序計画によって車体ライン及びプレスラインでの生産順序計画を樹立し、車体ラインの工程流れとプレスラインの工程流れを制御する。

【0028】上述のように、工程進行上最後に位置するトリムライン制御スレーブシステム210が最初に計画を樹立し、その次にこれに基づいて塗装ライン制御スレーブシステム220が計画を樹立した後、車体ライン制御スレーブシステム230が計画を樹立し、このような生産順序計画の樹立は実際の生産ラインの容量に応じてその大きさが決められたバケット単位に分割されてなされる。

【0029】投入順序指示制御スレーブシステム231は前記車体ライン制御スレーブシステム230の制御によって、樹立された工程進行順序によって、各車種に対する各パートのプレス作業とプレスされた各パートの溶接工程進行のための作業進行時期を決めて生産ラインでの生産工程進行速度を制御する。

【0030】車体ライン232では前記投入順序指示制御スレーブシステム231の制御によって各パートのプレス工程とプレスされた各パートの溶接作業が進行され、工程進行中にいずれかのパートに欠陥が発生した場合、ラインから欠陥発生部分を脱去して復旧作業を経てから適当な順序に再投入して後続する工程に入るようにする。

【0031】WBS222はプレスラインと車体ラインで車体の骨格が完成した後、塗装ラインに入る車体を順次に一時貯蔵して、車両が塗装ラインに連続して投入されるようにする。塗装ライン動的自動仕様再構成制御システム221は前記WBS222に貯蔵された車体が車体工程進行中に発生した欠陥によって、最初に計画した順序と異なり配列されている場合、塗装ラインでの生産順序ができるだけもともと樹立された塗装ラインでの生産順序計画に合うように車体の順序を正しく直す役割を果たす。

【0032】塗装ライン234では任意の時間または塗色する染料の量を基準にして、適当な間隔をおいて同一色相の塗色作業が進められない限り作業の効率が向上しない。このように、塗装ライン234での作業効率を向上させるために、カラーグルーピング制御システム224は、錆止め塗り或いは下塗り作業が完了したそれぞれ

の車体を適当にグルーピングする。

【0033】塗装工程が完了した車両はPBS倉庫212に一時貯蔵されるが、PBS倉庫212に貯蔵される車両は、できるだけ最初に計画された生産順序計画に合うようにトリムライン213に順次に投入されなければならない。従って、動的トリムライン自動仕様再構成制御システム211は、塗装工程進行中に発生した欠陥によって正規ラインから離脱して順序が乱れた場合、このような塗装ライン工程進行に関する細部情報を入手して、もともと計画された投入順序計画と類似するように投入順序計画を再設定する。

【0034】この際、車両がWBS222に入る前に、車体ライン制御スレーブシステム230と塗装ライン制御スレーブシステム231が互いに詳細情報を交換するようになるが、これは車体ラインの生産順序計画によって車両を生産する途中に設備或いは製品の品質の問題によって再作業を行ったり、車体を生産ラインから脱下させることにより発生した生産順序の混乱を正しく直すためであり、実際に順序が狂った同一車両を物理的に移動させることにより車両の順序を正しく直すのではなく、動的自動仕様再構成(Dynamic Re-specification)技法を用いて、顧客の注文によるオーダー番号を具体的な仕様(specification)が一致する車両に再び付与することにより順序を適当に直す。

【0035】また、車両がPBS212に入る前にも、塗装ライン制御スレーブシステム231とトリムライン制御スレーブシステム210との間でも互いに詳細情報を交換するようになるが、これは塗装ラインの生産順序計画によって車両塗色作業を実行する途中に設備或いは製品の品質の問題によって再塗色作業を行ったり、または補修作業を経ることにより発生した生産順序の混乱を直すためであり、これもまた順序が狂った同一車両を物理的に移して元の生産順序に直すのではなく、動的自動仕様再構成(Dynamic Re-specification)技法を用いて車両に付着されるトリムオプションに関する情報を交換することにより順序が狂った車両に代替できる他の車両を考慮して、生産順序を再び整えるようにすることにより、最初のトリムラインの投入順序計画と類似した工程順序を維持して生産性を向上させる。

【0036】上述のような本発明のプルタイプ組立ライン制御システムの生産順序計画樹立過程と生産工程進行過程を要約すると次のとおりである。まず、生産される車両に関する詳細情報を分析して、最後に位置する工程、即ち、トリムラインでの生産計画をまず樹立し、これを基準にして、塗装ライン、次に車体ラインでの生産計画を樹立することにより、一日生産計画を樹立し、実際の生産工程中に発生する順序混乱を、詳細情報交換(re-specification)を通じて再樹立された生産順序計画によって補完する方式である。このようなプルタイプ組立ライン制御システムの生産工程の流れの一実施の形態が

図4に示されている。

【0037】図4は一日生産計画が樹立される過程を示すブロック図であり、これを具体的に説明すると次のとおりである。各営業網から車両注文に対する情報が集約されると、生産を総括するシステムであるホストコンピュータシステム100はこのような注文内容をまとめて、一定期間別に、例えば、一日単位で、車種、色相及びオプションに関する具体的な詳細情報を分析して、生産される車両に使用されるそれぞれの部品群の明細表を作成する(第101工程)。使用される部品の明細表は部品の供給と消費に応じて変わりつづけるが、このような部品明細の変動内容を整理して、変動指標を作り、これをコンピュータシステムで作ることができるように、変動コードに整理する(第102工程)。以降、自動車設計の基本目録に基づいて設計資材目録を作成した後(第103工程)、組立ライン統制方式に関するコード及びテーブルを作成し(第104工程)、同時に、技術仕様書を通報した後(第105工程)、通報された技術仕様書において確定された最終変更仕様に対する適用時点を決める(第106工程)。

【0038】一方、前記第101工程で作成された所要部品明細表に基づいて、製品仕様一覧表の草案を作成した後(第107工程)、この他に車両を生産することにおいて考慮すべきいろいろな要素、即ち、輸出する国家別に特異な形式、モデル目録、モデル仕様表、設計オプション目録などに関するテーブルを作成した後(第108工程)、最終製品の仕様一覧表を確定して、各スレーブシステムなどに配布し(第109工程)、いつからそのような製品仕様一覧表を生産工程に適用するかの適用時点を確定してこれに関するデータを入力する(第110工程)。以降、製品仕様一覧表に基づいて、生産仕様表を作成し、作成された生産一覧表をデータベース化した後、各生産ラインにおいて使用するワークオーダーの基本データに提供する(第111工程)。

【0039】一方、ホストコンピュータシステム100は自動車の種類及び車両に付着されるオプションなどを考慮した具体的なデザインを設計した後、車両に適用される色相を決定し(第112工程)、新たに開発されて適用される色相の場合は選択された色相をシステムに登録した後、新規色相が適用される時期を決める(第113工程)。

【0040】一方、営業網と販売システムを通じて受取った注文オーダーを集約したホストコンピュータシステムは注文オーダーに表われたそれぞれの車両を車種別、オプション別に細分化して、それぞれオプション組合せ番号を付与する(第114工程)。このように各車両にオプション組合せ番号が付与されると、第108工程で作成されたモデル仕様表、或いは、第113工程で決められた色相及び第111工程で決められた最終生産仕様表などを総合分析して実際の生産工程の指針になる

ワークオーダー(work order)を作る(第115工程)。このような過程を経て作られたワークオーダーを基準にして、全体生産ラインでの詳細仕様書(specification)を確定する(第116工程)。以降、設定されたワークオーダーに関する情報を貯蔵し(第117工程)、生産のために構成された全体生産ラインでの詳細仕様書に関する情報を貯蔵した後(第118工程)、週間生産計画を考慮して一日生産計画を樹立し、樹立された生産計画を各工場の統制所に備えられた生産管理制御スレーブシステム200に転送する(第119工程)。

【0041】生産管理制御スレーブシステム200は転送された一日生産計画に応じて生産順序を決めるが、まず、車体ラインとトリムラインでの工程順序のみを考慮した生産順序草案を作成した後(第120工程)、実質的な工場の流れを調整するため、車体ライン及びトリムラインでの平準化作業と、塗装ラインでのグルーピング作業をすべて考慮して分析し(第121工程)、トリムラインの工程順序をまず樹立して、樹立された計画書をトリムライン制御スレーブシステム210に転送する。

【0042】トリムライン制御スレーブシステム210は転送されたトリムラインの生産順序計画を分析して、トリムラインでの生産順序草案を樹立し(第122工程)、生産されている車両を適当な間隔に、PBS-バケット分割(PBS-Bucket Division)を実行する(第123工程)。以降、分割されたそれぞれのバケット内で注文内容のうち、トリムオプションのみを考慮したサブ平準化作業を実施して(第124工程)、実質的なトリムラインでの生産順序計画を樹立し(第125工程)、これに対する結果を塗装ライン制御スレーブシステム220に転送する。

【0043】上述のトリムラインでの生産順序計画はPBS-バケットを基準に樹立されている。塗装ライン制御スレーブシステム220は、このようなPBS-バケット内で、車体形式を基準にした平準化作業と色相を基準にしたカラーグルーピング作業を進行する(第126工程)。以降、塗装ラインでの生産計画草案を設け、これに基づいて、WBSの生産設備容量を考慮して、WBS-バケット内でカラーグルーピング作業を進め(第129工程)、実質的な塗装ライン生産順序計画を樹立する(第130工程)。樹立された塗装ライン生産順序計画は車体ライン制御スレーブシステム230に転送される。

【0044】車体ライン制御スレーブシステム230はWBS-バケット内で車体タイプを基準にした平準化作業を進めた後(第131工程)、車体ライン生産順序計画を樹立した。第131工程で樹立された車体ライン生産順序計画は車体ライン投入制御システム231に通報されて生産工程進行命令が伝えられる(第132工程)。以降、生産工程が進められながら(第134工程)、各生産ラインの生産実績は各スレーブシステムの

相互で交換され、このような情報がすべて生産管理制御スレーブシステム200に通報されて、全体工程の進行状況がチェックされる(第135工程)。生産管理制御スレーブシステム200は全体工程進行状況に応じて、生産量をホストコンピュータシステム100に報告し、部品及び生産資材などの供給状況をチェックする(第136工程)。

【0045】図6及び図7は上述のように生産計画が樹立される過程を示した図面で、従来の技術の生産計画樹立過程を示した図9及び図10と比較してみると、その差が容易にわかる。

【0046】以下、上述した生産計画樹立過程で実施される平準化作業とグルーピング作業の実施方法を説明する。ある生産ラインに車両が投入される順序を決めるとき、A、B、C、A、B、C、A……のように投入間隔ができるだけ均一である必要がある場合、このような順に投入順序を決める作業を平準化作業といい、A、A、A、B、B……のように投入順序が連続するようにする必要がある場合、このような順に投入順序を決める作業をグルーピング作業という。

【0047】例えば、N台の生産計画対象車両が与えられているとき、各車両の投入順序を決めるためには次のような公式を用いた平準化作業を進行する。まず、次のように記号を定義する。

N：生産計画対象車両の数量

i：車両番号 ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ )

L：平準化仕様の種類(例えば、aタイプ、bタイプ、cタイプがある場合  $L = 3$ )

j：平準化仕様  $j = 1, 2, 3, \dots, L$

$A(i, j)$ ：車両iが平準化仕様jに該当すれば1の値を有し、該当しなければ0の値を有する(例えば、iが3である車両がjが3であるオプションを付着する場合  $A(3, 3) = 1$ 、付着しない場合  $A(3, 3) = 0$ )

$Q(j)$ ：N台のうち平準化仕様jを満たす車両の台数、即ち、

【数1】 $K$ ：順序計算回数

$X_{k,i}$ ：車両iがk番目に投入されれば1、されなければ0。 $Q(k, j)$ ：k番目までに投入された平準化仕様jの車両の台数、即ち、

【数2】と定義する。まだ投入が決めていない車両の集合をSと定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて次の条件を満たす車両iを求める。

【数3】前記式を用いて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める。

【0048】また、N台の生産計画対象車両が与えられている時、カラーグルーピング作業を通じて各車両の投入順序を決めるためには次のよう公式を用いる。

L：グルーピング仕様の種類

j：グルーピング仕様  $j = 1, 2, \dots, G$

$A(i, j)$ ：車両iがグルーピング仕様jを満たせば1、満たさなければ0 ( $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, G$ )

$Q(j)$ ：N台のうちグルーピング仕様jを満たす車両の台数、即ち、

【数1】 $Q(k, j)$ ：反復計算kまでに投入された平準化仕様jの車両の台数、即ち、

【数4】その他の記号は平準化の順序作成公式の記号と同様に使用すると定義し、次の条件を満たす車両iを求める。

【数3】と設定する。

【0049】前記式を用いて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める。上述の2つの公式による順序は互いに相反する点がある。即ち、平準化作業のみを基準にして車両の投入順序を決めると、グルーピング作業が必要な生産ラインにおける効率が低下し、その反対も同様の結果をもたらす。したがって、このような2つの公式を折衷する必要があり、このように2つの公式を折衷した順序決定方法を統合的順序計画技法という。以下、平準化とグルーピングを同時に考慮した統合的順序計画技法を説明する。

【0050】例えば、N台の車両を生産する計画を樹立する時、平準化仕様はできるだけ平準化されるようにし、グルーピング仕様はできるだけグルーピングされるように順序を決める統合的順序計画設定公式は次のとおりである。まず、次のように記号を定義する。

L：平準化仕様及びグルーピング仕様の種類を合わせた数

他の条件は前に言及したものと同様であると仮定する時、次の条件を満たす車両iを求める。

【数6】

【0051】前記式を用いて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める。前記式において $\delta_j$ は仕様jに与えられる加重値を意味する。即ち、任意の順番の車両iにおいて平準化作業とグルーピング作業が互いに相反する時、どの作業を優先順位にするかに対する判断基準として平準化項目を優先考慮する場合は $\delta_j > 0$ 、グルーピング項目を優先考慮する場合は $\delta_j < 0$ に設定し、実際の生産ラインでは作業優先順位によって値を異にする。

【0052】例えば、図4に示された生産計画樹立工程において、第121工程では平準化とグルーピングをすべて満たすように順序を設定すべきであるので統合的順序計画設定公式を用い、第124工程ではバケット分割がされてからトリムオプションのみを考慮してサブ平準化を進めるので、このような場合には平準化順序計画設定公式を用い、第129工程ではグルーピング順序計画設定公式を用いて車両の作業順序を決める。

【0053】上述したような過程を経て生産性が極大化

するように、生産計画が樹立されると、実際の生産過程に入るようになる。しかし、実際の生産ラインでは供給部品の不良、生産設備の故障及びその他の生産ラインにおける予想し得ない問題発生によって、計画のとおり生産工程を進めることができない。例えば、ある車両に組立過程で欠陥が発生すると、その車両は一時的にラインから脱下された後、再修理過程を経てから再びラインに復旧されるが、再修理過程にも生産ラインは進行しつづけるためその車両は元の順序から離脱するようになる。勿論、このような順序混乱はある程度緩衝倉庫で復旧され得るが、このような順序混乱が各ラインで多数発生するため、順序混乱を緩衝倉庫で完全に復旧することは不可能である。本発明は、このような場合に、動的自動仕様再設定作業(Dynamic Re-specification)を通じて、問題点を分析し、該当車両と類似している他の車両との間でオーダー番号を互いに交換する作業を遂行することにより生産ラインにおける順序混乱復旧作業をより容易に遂行せしめる。

【0054】図8はこのような動的順序再設定作業の一実施の形態を示している。図8では理解を容易にするためバケットの大きさが5でありPBS-バケットの大きさがWBS-バケットの大きさの1倍である場合、即ち同一である場合を例にあげたが、万が一規模が極めて大きい生産ラインであればバケットの大きさが極めて大きくなり得る。図8において、aはトリムライン制御スレーブシステム210が樹立した作業順序表であり、生産ラインにおける平準化及びグルーピング作業と加重値などを考慮して決められた生産順序である。車体形式、色相及びトリム形式に同一の加重値を付与する場合において、各注文番号(ORD)に該当するVIN(Vehicle Identified Number)番号は表aのように付与される。

【0055】このような作業順序計画が塗装ライン制御スレーブシステム220に通報されると、塗装ライン制御スレーブシステム220は塗装ラインにおける作業順序を決めるようになるが、この場合には表bのようにトリムライン制御スレーブシステム210が樹立した計画が塗装ラインにおけるグルーピング作業と一致するので注文番号とVIN番号の対応関係には変化がない。以降、塗装ライン制御スレーブシステム220がこのような生産計画を車体ライン制御スレーブシステム230に通報すると、車体ライン制御スレーブシステム230は注文番号(ORD)を考慮しないで生産順序計画を樹立し、この場合も車体順序が平準化されているので最初の計画順序を維持する。

【0056】上述のように樹立された順序によって、車体ライン投入制御システム231は車体を121、122、123、124、125の順に車体ラインに投入する。実際の生産ラインで何の問題も発生しなければ、計画のとおり工程が進行されるが、実際には前に言及したように部品の欠陥のような問題によって順序が入れ替

わる。例えば、VIN122車両に問題が発生して復旧する過程で時間が過ぎて、VIN124車両の後に位置するようになったと仮定する。

【0057】このような順序混乱はWBSで復旧されるようになるが、WBSで行なわれる順序復旧作業に動的自動仕様再設定技法を適用すると、順序混乱をより容易に復旧することができる。即ち、現在WBSに入っている車両の順序は121、123、124、122、125の順に配列されており、従来の技術によると、VIN122車両を物理的に2つ前のもとの位置に戻さなければならない。勿論、これは本例のようにバケットの大きさが5である場合には別に難しい問題ではないが、バケットの大きさが60程度になると、易しい問題ではなく、万が一順序混乱を発生させる車両が同時に多く発生すると、さらに順序混乱復旧作業が複雑になる。本実施の形態においては車体形式が同一のVIN122車両とVIN124車両の注文番号を互いに交換する。即ち、VIN124車両に最初の注文番号D5054の代わりにD5053を付与する。よってVIN124車両には表bに示された最初の計画とは異なってKJ形式の色相の代わりにOU形式の色相が塗られる。このような作業はバケットの大きさが数十、数百と大きく、欠陥発生車両が多数個である場合に、問題発生車両の順序を物理的に交換する必要がなく、簡単にコンピュータが各生産ラインにおける詳細情報を分析して注文番号を再び付与することにより、物理的交換を最小化することができる。即ち、塗装ラインでは表dを基準にして再びカラーグルーピング作業を進行して表eの順序のとおり作業を進行するが、この場合、VIN124とVIN123の物理的な順序のみを互いに交換すればいい。

【0058】塗装ラインでは121、124、123、122、125の順に作業を進行する。塗色工程進行中に、VIN123車両が誤って塗色され再塗色作業を必要とするようになると、この車両はラインから一時脱下され、順序が後ろにまわされるようになる。したがって、PBSでは一旦このような順に車両が配置される。ここで、VIN123とVIN125はすべて車体形式が“B”であり、色相が“KJ”であるので番号を再調整する。即ち、VIN123にトリム形式が“4”である注文番号D5053を付与し、VIN125にトリム形式が“3”である注文番号D5067を付与する。2度にわたる動的自動仕様再構成作業を経た表fと、最初の計画である表aを比較してみると、VIN番号のみが変わっただけで最初の計画と一致することがわかる。勿論、実際の生産ラインでバケットの大きさが極めて大きいと、このように完璧に最初の順序を具現することはできないが、だいたい最初の計画と近接するようになる。

【0059】

【発明の効果】上述のように、本発明によるプルタイプ自動車組立ライン制御方法を用いると、同一容量の生産

設備を用いても生産性が大きく向上する。図9は実際の生産ラインに適用してみた結果を示した図表であり、塗装ラインでは6%、トリムラインでは5%の生産性向上効果を得た。以上説明した本発明の具体的な実施の形態は単に本発明の概念をより易しく明確に理解させるためのものであり、本発明の概念を用いた多くの他の実施の形態が有り得るとともに、そのような実施の形態も本発明の範囲に含まれると解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に適用しているプルタイプの概念を説明した図面である。

【図2】(A)は車体形式、色相及びトリムオプションによる注文オーダー表の一例である。(B)は車両番号と車体形式の対応表の一例である。

【図3】本発明によるプルタイプ組立ライン制御システムの構成を示すブロック図である。

【図4】本発明による一日生産計画が樹立される過程を示すブロック順序図である。

【図5】本発明による一日生産計画が樹立される過程を示すブロック順序図である。

【図6】本発明によるプルタイプ自動車組立ライン制御システムを用いて自動車を生産する全過程を示す流れ図である。

【図7】本発明による自動車組立ラインの流れを概略的に示した概略図である。

【図8】本発明による動的自動仕様再構成過程の一実施の形態を示したブロック順序図である。

【図9】本発明によるプルタイプ自動車組立ライン制御システムの使用による生産性向上率を示す比較表である。

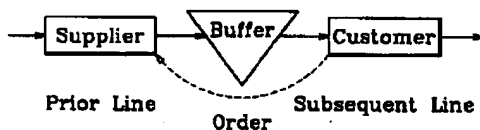
【図10】従来の技術による自動車の生産過程を示す流れ図である。

【図11】従来の技術による自動車組立ラインの流れを示す図面である。

【符号の説明】

- 100 ホストコンピュータシステム
- 200 生産管理制御システム
- 210 トリムライン制御スレーブシステム
- 220 塗装ライン制御スレーブシステム
- 230 車体ライン制御スレーブシステム
- 231 投入順序指示制御スレーブシステム
- 232 車体ライン
- 234 塗装ライン
- 213 トリムライン
- 221 動的塗装ライン自動仕様再構成制御システム
- 222 WBS (White Body Storage)
- 223 下塗り塗装制御システム
- 224 色相グルーピング制御システム
- 211 動的トリムライン自動仕様再構成制御システム
- 212 PBS倉庫

【図1】



【図2】

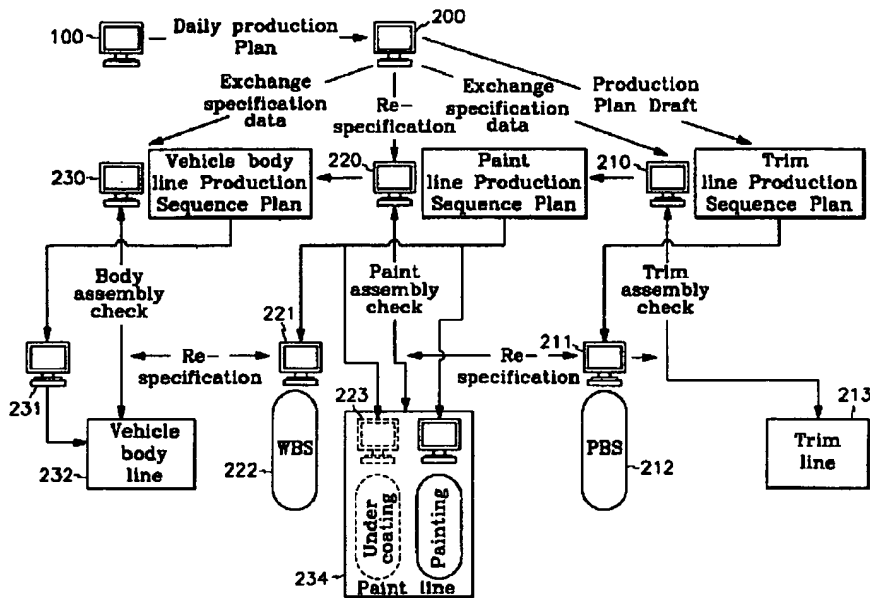
(A)

Order No.	Body Type	Color	Trim Option
01	B1	C1	T1
02	B1	C2	T1
03	B1	C2	T2
04	B1	C3	T2
05	B2	C3	T3
06	B2	C4	T3
07	B2	C5	T3

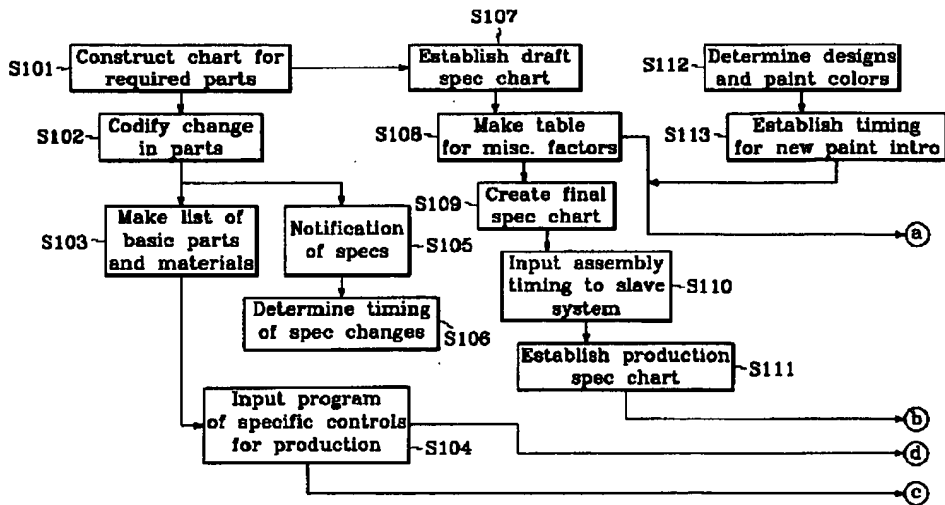
(B)

VIN	Body Type
1	B1
2	B1
3	B1
4	B1
5	B2
6	B2
7	B2

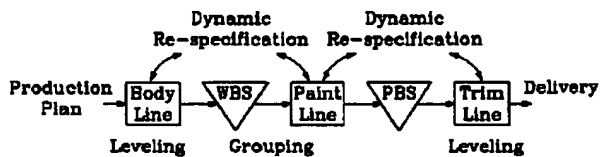
【図3】



【図4】



【図7】

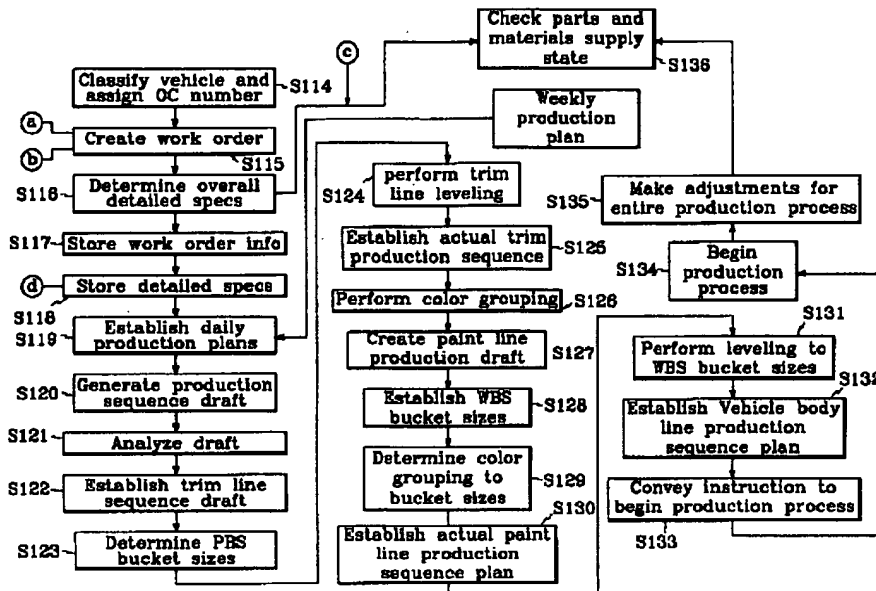


【図9】

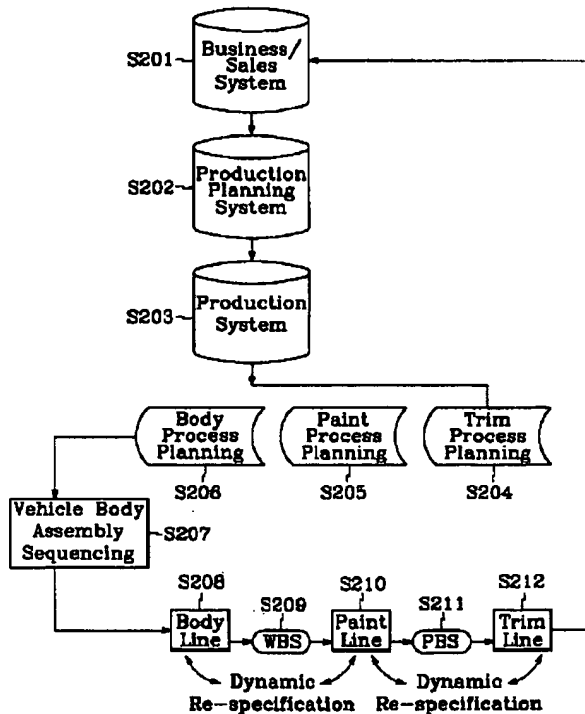
Planned to Achieved Sequence Ratio	Prior Art	Present Invention	Improvement
Paint Line	92%	98%	6%
Trim Line	90%	95%	5%



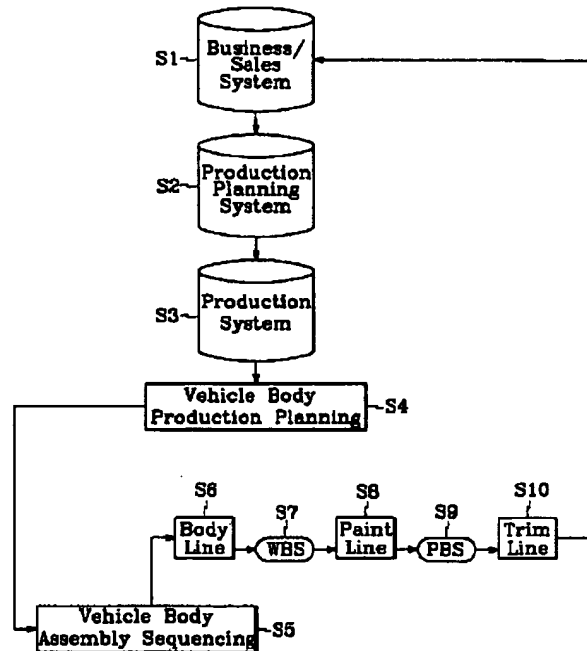
【図5】



【図6】



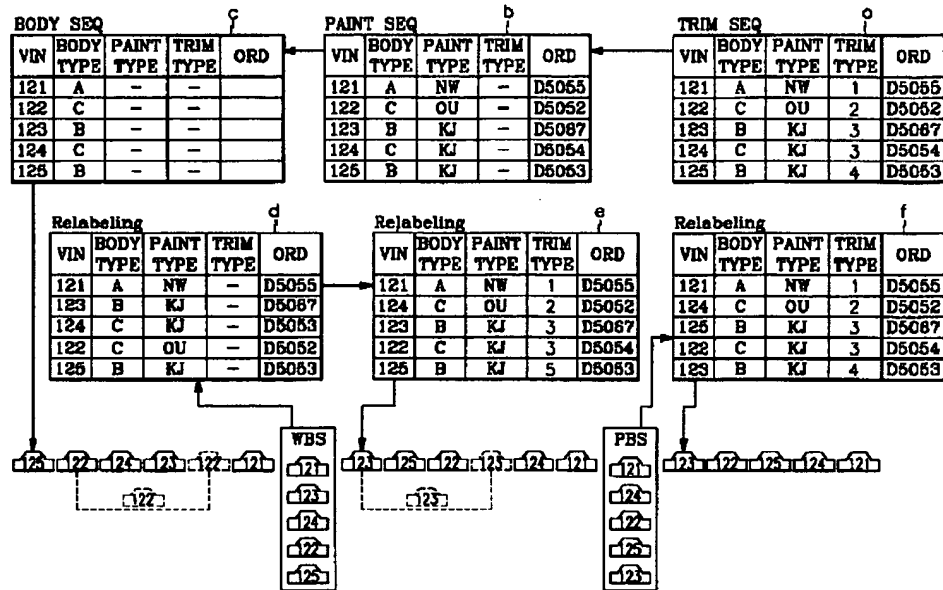
【図10】



【図11】



【図8】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年7月5日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを過ぎて塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを過ぎてトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫と；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 車両がトリムラインに投入される順序を決めるトリムライン生産計画樹立工程と；

(b) 前記トリムライン生産計画内で車両が塗装ラインに投入される順序を決める塗装ライン生産計画樹立工程と；

(c) 前記塗装ライン生産計画内で車両が車体ラインに投入される順序を決める車体ライン生産計画樹立工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項2】 前記(a)工程と前記(b)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット

分割する(e)工程をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項3】 前記(b)工程と前記(c)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(f)工程をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項4】 前記(a)工程と前記(b)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(e)工程と；前記(b)工程と前記(c)工程との間に、投入順序が決められた車両を適当な間隔にバケット分割する(f)工程と；をさらに含む請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項5】 (e)工程で分割されたバケットの大きさは(f)工程で分割されたバケットの大きさの約数である請求項4に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項6】 前記車体ライン生産計画は標準化作業によってラインに投入され同標準化作業による車両投入順序決定方法は、

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号(i=1、2、3……N)

L：平準化仕様の種類；

j：平準化仕様j=1、2、3……L；

A(i, j)：車両iが平準化仕様jに該当すれば1の値を有し、該当しなければ0の値を有する関数；

Q(j)：N台のうち平準化仕様jを満たす車両の台数、即ち、

【数1】K：順序計算回数；

$X_{k,i}$  = 車両  $i$  が  $k$  番目に投入されれば1、そうでなければ0；

$Q(k, j)$  :  $k$  番目までに投入された平準化仕様  $j$  の車両の台数、即ち、

【数2】と定義される関数であると定義する時；まだ投入が決められていない車両の集合を  $S$  と定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

$k$  を1から始めて

【数3】前記式を満たす  $i$  を求めて、車両番号が  $i$  である車両が  $k$  番目に投入されるように順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項7】 前記塗装ライン計画はグルーピング作業によってラインに投入され同グルーピング作業による車両投入順序決定方法は、

$N$  : 生産する計画対象車両の数量

$i$  : 車両番号 ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ )

$L$  : グルーピング仕様の種類；

$j$  : グルーピング仕様 ( $j = 1, 2, \dots, G$ )；

$A(i, j)$  : 車両  $i$  がグルーピング仕様  $j$  を満たせば1であり、満たさなければ0 ( $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, G$ )

$Q(j)$  :  $N$  台のうちグルーピング仕様  $j$  を満たす車両の台数、

【数1】  $Q(k, j)$  : 反復計算  $k$  (iteration  $k$ ) まで投入された平準化仕様  $j$  の車両の台数、

【数4】まだ投入が決められていない車両の集合を  $S$  と定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

$k$  を1から始めて

【数5】と定義される関数を満たす  $i$  の値を求めて車両番号が  $i$  である車両が  $k$  番目に投入されるように順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項8】 前記トリム及び塗装ライン生産計画は標準化とグルーピングを同時に考慮した統合的順序計画方法によってラインに投入され同統合的順序計画方法による車両投入順序決定方法は、

$N$  : 生産する計画対象車両の数量

$i$  : 車両番号 ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ )

$L$  : 平準化仕様及びグルーピング仕様の種類を合計した数；

$j$  : 平準化仕様及びグルーピング仕様 ( $j = 1, 2, \dots, L$ )；

$A(i, j)$  : 車両  $i$  が  $j$  を満たせば1、満たさなければ0 ( $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, L$ )；

$Q(j)$  :  $N$  台のうち仕様  $j$  を満たす車両の台数、即ち、

【数1】  $Q(k, j)$  : 反復計算  $k$  (iteration  $k$ ) まで投入された仕様  $j$  の車両の台数、即ち、

【数4】  $\delta j$  は仕様  $j$  に与えられる加重値であり、平準化を優先考慮する場合には  $\delta j > 0$ 、グルーピング項目

を優先考慮する場合には  $\delta j < 0$  と定義する時、まだ投入が決められていない車両の集合を  $S$  と定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

$k$  を1から始めて

【数6】と定義される関数を満たす  $i$  値を求めて車両番号が  $i$  である車両が  $k$  番目に投入されるように順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項9】 前記平準化作業による車両投入順序決定方法は；

$N$  : 生産する計画対象車両の数量

$i$  : 車両番号 ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ )

$L$  : 平準化仕様の種類；

$j$  : 平準化仕様 ( $j = 1, 2, 3, \dots, L$ )；

$A(i, j)$  : 車両  $i$  が平準化仕様  $j$  に該当すれば1の値を有し、該当しなければ0の値を有する関数；

$Q(j)$  :  $N$  台のうち平準化仕様  $j$  を満たす車両の台数、即ち、

【数1】  $K$  : 順序計算回数；

$X_{k,i}$  = 車両  $i$  が  $k$  番目に投入されれば1、そうでなければ0；

$Q(k, j)$  :  $k$  番目まで投入された平準化仕様  $j$  の車両の台数、即ち、

【数4】と定義される関数であると定義する時；まだ投入が決められていない車両の集合を  $S$  と定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

$k$  を1から始めて

【数3】前記式を満たす  $i$  を求めて、車両番号が  $i$  である車両が  $k$  番目に投入されるように順序を決める請求項1に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項10】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを経て塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを経てトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 色々な種類のオプション部品がそれぞれ付着される多数個の車両を平準化してトリムラインに投入される順序を決める工程と；

(b) トリムライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第2中間倉庫バケット分割工程と；

(c) 前記第2中間倉庫バケット内に含まれる車両を塗色される色相別にグルーピングして塗装ラインに投入される順序を決める工程と；

(d) 塗装ライン投入順序が決められた車両を予め決まった大きさのバケットに分割する第1中間倉庫バケッ

ト分割工程と；

(e) 前記第1中間倉庫－バケット内に含まれる車両を車体形式を基準にして平準化作業を行い車体ラインに投入される順序を決める工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項11】 前記(b)工程と(c)工程との間にトリムオプションによる平準化と塗色する色相によるグルーピングを同時に考慮する統合的順序計画方法によってトリムライン車両投入順序を再度決める工程をさらに含む請求項10に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項12】 前記統合的順序計画方法による車両投入順序決定方法は；

N：生産する計画対象車両の数量

i：車両番号（ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）

L：平準化仕様及びグルーピング仕様の種類を合計した数；

j：平準化仕様及びグルーピング仕様（ $j = 1, 2, \dots, L$ ）；

$A(i, j)$ ：車両iがjを満たせば1、満たさなければ0（ $i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, L$ ）；

$Q(j)$ ：N台のうち仕様jを満たす車両の台数、即ち、

【数1】  $Q(k, j)$ ：反復計算k (iteration k) まで投入された平準化仕様jの車両の台数、即ち、

【数4】と定義し、 $\delta j$ は仕様jに与えられる加重値であり、平準化を優先考慮する場合には $\delta j > 0$ 、グルーピング項目を優先考慮する場合には $\delta j < 0$ と定義する時、まだ投入が決められていない車両の集合をSと定義し

$S \leftarrow \{1, 2, 3, \dots, N\}$

kを1から始めて

【数6】と定義される関数を満たすiの値を求めて車両番号がiである車両がk番目に投入されるように順序を決める請求項11に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項13】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを過ぎて塗装ラインに投入される車両を一時貯蔵するWBS緩衝倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを過ぎてトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫；を具備する自動車組立ラインにおいて、

(a) 注文された自動車に付与された注文番号に車体形式、外装色、オプション部品の詳細情報を付け加えて車両番号を付着する工程と；

(b) 前記詳細情報のうちオプション別平準化作業を通じてトリムラインに投入される車両の順序を決める工程

と；

(c) トリムライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第2中間倉庫－バケット分割工程と；

(d) 前記第2中間倉庫－バケット内に含まれる車両を塗色される色相別にグルーピングして塗装ラインに投入される順序を決める工程と；

(e) 塗装ライン投入順序が決められた車両を予め決められた大きさのバケットに分割する第1中間倉庫－バケット分割工程と；

(f) 前記第1中間倉庫－バケット内に含まれる車両を車体形式を基準にして平準化作業を行い車体ラインに投入される順序を決める工程と；

(g) 前記(f)工程によって決められた車体ライン投入順序によって、車両の車体を製作する工程と；

(h) 車体が完成された車両を順次にWBS緩衝倉庫に貯蔵する工程と；

(i) 前記第1中間倉庫に貯蔵されている車両の順序がいろいろな誤差発生要因によって前記(d)工程によって決められた塗装ライン投入順序と異なり狂っている場合、この狂った順序を前記塗装ライン投入順序に合うように再配列して塗装ラインに投入する工程と；

(j) 塗装ラインに投入された車両をそれぞれ予め決められた色相に塗色して第2中間倉庫に順次に貯蔵する工程と；

(k) 前記第2中間倉庫に貯蔵されている車両の順序がいろいろな誤差発生要因によって前記(b)工程によって決められたトリムライン投入順序と異なり狂っている場合、この狂っている順序を前記トリムライン投入順序に合うように再配列してトリムラインに投入する工程と；

(l) トリムラインに投入された車両にそれぞれ該当するオプション部品を付着して車両を完成する工程と；を含む自動車組立ライン制御方法。

【請求項14】 前記(i)工程は動的自動仕様再構成技法によって塗装ライン投入順序における順序混乱に対する詳細情報を分析して、その分析された詳細情報によってオーダー番号に車両番号を可変的に対応させる請求項13に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項15】 前記(k)工程は動的自動仕様再構成技法によってトリムライン投入順序における順序混乱に関する詳細情報を分析して、その分析された詳細情報によってオーダー番号に車両番号を可変的に対応させる請求項13に記載の自動車組立ライン制御方法。

【請求項16】 車両の車体を製作する車体ラインと；前記車体ラインを通過しながら車体が形成された車両にペイントを塗る塗装ラインと；前記塗装ラインで塗色過程を経た車両に車両用オプション部品を付着するトリムラインと；前記車体ラインと塗装ラインとの間に位置し、車体ラインを経て塗装ラインに投入される車両を一

時貯蔵する第1中間倉庫と；前記塗装ラインとトリムラインとの間に位置し、塗装ラインを経てトリムラインに投入される車両を一時貯蔵する第2中間倉庫と；を具備する自動車組立ラインにおいて、自動車に対する顧客の注文と販売及び生産過程全般を制御するホストコンピュータシステムと；ホストコンピュータシステムの統制を受けて生産ラインの生産工程を制御する生産管理制御システムと；生産管理制御システムの統制を受けてトリム工程を制御するトリムライン制御スレーブシステムと；生産管理制御システムの統制を受けて塗装工程を制御する塗装ライン制御スレーブシステムと；生産管理制御システムの統制を受けて車体工程を制御する車体ライン制御スレーブシステムと；車体工程進行中に多数個の誤差発生要因によって発生した順序混乱に対する詳細情報を分析し、これによる動的自動仕様再構成方法を通じて第1中間倉庫内に貯蔵された車両の順序を再調整する動的

塗装ライン自動仕様再構成制御システムと；塗装工程進行中に多数個の誤差発生要因によって発生した順序混乱に対する詳細情報を分析し、これによる動的自動仕様再構成方法を通じて第2中間倉庫内に貯蔵された車両の順序を再調整する動的トリムライン自動仕様再構成制御システムと；を含む自動車組立ライン制御システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車生産工場で使用される自動車組み立てライン制御方法及び制御システムに関する。